RÉSUMÉ

DE

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA RESPIRATION

DANS SES RAPPORTS AVEC

L'ALIMENTATION ET DIVERSES AUTRES CIRCONSTANCES

PAR LE DOCTEUR

Edward SMITH

Membre de la Société royale de Londres, etc.

EXTRAIT DU JOURNAL

DE LA

PHYSIOLOGIE DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

(Nos de Juillet et d'Octobre 1860.)

PARIS

LIBRAIRIE DE VICTOR MASSON

Place de l'École-de-Médecine

LEIPZIG, MÊME MAISON, POST-STRASSE, N° 15.

—

1860

RÉSUMÉ

DE

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA RESPIRATION

DANS SES RAPPORTS AVEC

L'ALIMENTATION ET DIVERSES AUTRES CIRCONSTANCES

PAR LE DOCTEUR

Edward SMITH (1)

Membre de la Société royale de Londres, etc.

I. — Pulsations et respirations horaires à l'état sain, en été.

Les recherches suivantes furent faites sur divers membres de ma famille, savoir : moi-même, âgé de 36 ans; deux dames de 33 et de 39 ans, deux petites filles de 6 ans et de 8 ans 1/2. L'examen eut lieu au commencement de chacune des 24 heures, pendant 3 jours consécutifs ou 72 heures sans interruption. Les sujets étaient couchés, et on procédait toujours 5 minutes après qu'ils se furent étendus. Nous prîmes nos repas à 8 heures 1/2 du matin, de midi 1/2 à 1 heure, à 5 heures 1/2 et à 8 heures 1/2 du soir, et, dans les intervalles des expériences, nous vaquions à nos occupations ordinaires. Quant à moi-même, je ne dormis point pendant toute cette période, et me contentai de me reposer pendant quelques mo-

(1) Cet intéressant travail est un résumé, rédigé par l'auteur lui-même, d'un grand nombre de mémoires qui ont eu un légitime succès en Angleterre, et qui ont été publiés dans les recueils périodiques suivants : *The Medico-Chirurgical Transactions*, 1856 et 1859. *The Philosophical Transactions*, 1859. *The Proceedings of the Royal Society*, 1857. *The British and Foreign Medico-Chirurg. Review*, 1856. *Mémoires de l'Académie des Sciences, etc., de Montpellier.* 1859. *The Philosophical Magazine*, 1859. *The Dublin Quarterly Journal of Medical Science*, 1860. B.-S.

ments chaque nuit. Pendant la nuit, je ne pris de nourriture qu'une ou deux fois. Les autres se couchèrent à 9 heures et dormirent, comme de coutume, jusqu'à 8 heures du matin.

Dans les mémoires que nous analysons ici, la somme des résultats est tracée par une série continue de courbes s'étendant d'heure en heure pendant tout le temps des expériences, et marquant en même temps les périodes de la lumière du jour et de l'obscurité. Les résultats trouvés pour chaque personne, calculés en moyenne de chacune des 24 heures, forment une série à part de figures construites à la façon d'un cadran d'horloge, et qui marque aussi la moyenne totale de tous les cas.

Je trouvai que la moyenne, par minute, des deux fonctions diminuait avec l'âge comme il suit :

	6 ans.	8 ans 1/2.	33 ans.	36 ans.	39 ans.
Pulsations par minute..	94,2	80	73,4	72,2	61
Respirations id. ..	20,6	20,8	18,3	17,8	17,8

Les pulsations étaient le moins fréquentes pendant la nuit, surtout depuis 1 heure à 3 heures du matin; elles étaient le plus accélérées pendant le jour, mais augmentaient fortement après un repas, et diminuaient avant. Il y avait ordinairement un accroissement pendant le sommeil depuis 5 heures à 8 heures du matin, et toujours une forte diminution après le souper. Les époques des moindres pulsations pendant le jour étaient à 8 heures du matin et à midi, et il y avait une élévation correspondante au moment des repas. Des changements semblables eurent lieu dans la respiration, mais la différence entre la respiration du jour et celle de la nuit était plus considérable.

La différence entre le maximum et le minimum de la pulsation et de la respiration était près de 1/2 de la respiration minimum et de 1/4 de la pulsation minimum. Il y avait de fortes variations dans les divers sujets, mais non selon leur âge, excepté dans la respiration. La variation la plus faible fut observée chez moi, et elle était due à l'absence de sommeil. Le rapport de la pulsation maximum à la pulsation minimum était de 1 à 5,8, et, pour la respiration, de 1 à 3,7.

Le rapport des respirations aux pulsations était le plus faible possible chez les jeunes sujets, et le plus élevé chez les sujets plus âgés, mais non dans une proportion rigoureuse avec l'âge; il variait le plus de jour en jour chez les enfants. Considéré

suivant les âges, il était comme 1 à 4,5, à 3,9, à 4, à 4,1 et à 3,4. Le plus petit fut observé pendant le sommeil, et le plus grand dans le passage du sommeil au réveil. Il dépendait davantage de la respiration que de la pulsation. Il n'y avait pas de rapport fixe indiquant l'état de santé.

Les périodes du jour étaient divisées en minimum (nuit), maximum (jour), accroissement (matin), décroissement (soir), et l'ordre ascendant pour les deux fonctions était : *nuit, soir, matin* et *jour*.

L'influence qu'exerçait l'alimentation était ou 1° immédiate et due aux effets de la mastication et de la déglutition, ou 2° éloignée et provenant de la transformation des aliments.

Il est remarquable combien la fréquence est augmentée pendant la mastication dans le système si sensible des enfants, et avec quelle rapidité elle diminue dans les intervalles des repas. Le plus fort accroissement, dû à la conversion des aliments, était observé après le déjeuner et après le dîner; il était de 15 pulsations pour le premier et de 12 pour le second. Le repas au thé produisait une augmentation de 6 pulsations, tandis que les effets du souper étaient faibles et incertains. Le plus fort accroissement se produisait ordinairement en moins de trois heures.

L'effet d'un jeûne prolongé, chez les enfants, de 7 heures 1/2 du soir à 2 heures 1/2 du jour suivant, et, chez les adultes, de 8 heures 1/2 du soir à 6 heures 1/2 du soir suivant, était invariablement de diminuer la fréquence des pulsations et de les tenir dans une condition très-uniforme; mais il était curieux de voir qu'aux époques ordinaires des accroissements, au moment des repas, il y avait une élévation très-marquée. Les pulsations ne diminuaient pas progressivement jusqu'à la fin du jeûne, mais le minimum fut atteint promptement. La moyenne totale du décroissement successif des deux fonctions était de 10 pulsations et 1 respiration 1/2 par minute, et la diminution était moindre dans la dernière que dans la première.

De ces faits, on peut tirer quelques déductions intéressantes, entre autres, sur l'importance de régler l'excès d'action pendant le jour, et la diminution pendant la nuit; de même aussi sur la puissance de la respiration pour contrôler la circulation, sur les inconvénients du travail de nuit, et la nécessité d'un bon déjeuner. Il est intéressant d'observer qu'en prenant de la nour-

riture pendant la nuit, je ne sentis aucun besoin de dormir, et que, malgré l'absence de sommeil, il y avait une différence dans les fonctions entre le jour et la nuit.

II. — Du nombre des pulsations et des respirations horaires chez les phthisiques dans leurs relations avec le sommeil, la nourriture, la lumière du jour, etc.

Ces recherches, semblables aux précédentes, se sont prolongées pendant 6 jours et 6 nuits, ou 144 heures sans interruption, et pendant cette tâche fatigante, je suis resté debout depuis minuit jusqu'à 5 heures du soir, sans prendre de sommeil. J'expérimentai sur six personnes : trois hommes âgés de 20, 22 et 45 ans, et trois femmes de 22, 40 et 41 ans, arrivées aux diverses périodes d'une phthisie bien confirmée. Les sujets prenaient leurs repas à 8 heures 1/2, de midi 1/2 à 1 heure, à 5 heures 1/2 et à 8 heures 1/2 du soir, et se levaient et se couchaient à 8 heures 1/2, matin et soir. Ils se couchaient 5 minutes avant chaque expérience, et dans les intervalles prenaient de l'exercice. Ils dormaient parfaitement pendant la nuit. Ces recherches avaient lieu dans le milieu de juin.

Voici les variations principales qui distinguent cet état de l'état sain :

1° La fréquence des deux fonctions était généralement augmentée.

2° Pendant la nuit, les pulsations étaient à peine plus fréquentes qu'à l'état sain ; mais la différence entre les pulsations du jour et les pulsations de la nuit était de 20 par minute, et par conséquent plus du double de l'accroissement observé à l'état sain.

3° Le pouls s'élevait bien plus le matin, et baissait davantage la nuit.

4° Le nombre des respirations pendant la nuit était plus grand que pendant le jour, fait communément, mais non universellement observé dans ces expériences, et d'un haut intérêt.

5° Les effets de la nourriture n'étaient guère différents.

6° Le rapport des deux fonctions était plus grand, en plus pendant la nuit et en moins pendant le jour.

7° Les effets du sommeil et de la lumière solaire étaient plus marqués.

Voici maintenant quelques résultats absolus :

Les variations dans la quantité des pulsations par jour étaient de 26, et celles de la respiration de 8 par minute. La plus forte eut lieu dans la matinée, savoir : 27 par heure; ensuite dans la soirée, 20; le jour, 19; et la nuit, 10, suivant leur ordre.

L'heure où le nombre des pulsations était le plus bas pendant la nuit était ordinairement 5 heures du matin, et, dans le jour, midi; mais ce dernier nombre l'emportait toujours de 20 pulsations par minute sur le premier. Les maxima, après les quatre repas, étaient de 95, 97, 96 et 92, et l'augmentation produite par les aliments de 10, 11, 7 et 2 1/2 pulsations, et de 2 1/4, 2, 1 1/2 et 0 respirations.

Chez les femmes, les pulsations étaient plus uniformes et diminuaient davantage pendant la nuit. Un sommeil profond pendant le jour ou la nuit les diminuait de 8 à 10, et augmentait la respiration de 10 par minute. Au moment du réveil, la respiration diminuait et la pulsation augmentait. La diminution de la respiration, au réveil définitif, le matin, était en moyenne de 13 par minute. La plus forte diminution dans les pulsations n'avait pas toujours lieu pendant un sommeil très-profond.

Si le sujet se levait de bonne heure, les pulsations augmentaient vers midi, et diminuaient ensuite; le résultat total de la journée en éprouvait aussi une diminution; le sujet s'endormait plus tôt et avait le sommeil plus profond; la respiration enfin diminuait beaucoup avant le déjeuner.

La lumière solaire de juin accélérait les pulsations dans une moyenne de 6 à 10 par heure, mais n'avait aucune influence sur la respiration.

Dans beaucoup de cas, l'activité des deux fonctions doublait subitement ou diminuait de moitié. Le rapport de la respiration aux pulsations était bien plus élevé, surtout pendant le sommeil, chez les femmes que chez les hommes, et variait entre 1 à 1,4 et 1 à 5,8. Il était plus petit après les repas, et plus grand pendant le sommeil.

Je crois que la transpiration nocturne et la transpiration pendant le sommeil sont la conséquence de la décroissance rapide des pulsations, et je recommande le thé froid et les aliments qui augmentent les pulsations. Je pense que le sommeil pendant le jour devrait être préféré au sommeil pendant la nuit, parce que le ralentissement des pulsations est beaucoup moindre dans le premier. J'insiste aussi pour que les malades se lèvent et se

couchent de bonne heure, parce que, dans le premier cas, les pulsations augmentent, et que, dans le dernier, elles diminuent, quelle que soit d'ailleurs la condition de l'économie. Je recommande fortement de prendre de la nourriture pendant la nuit, afin de prévenir la grande diminution des deux fonctions, et je prouve qu'un rapport des fonctions, dans lequel les pulsations sont fréquentes et la respiration lente, est très-dangereux. Dans ce cas, je crois important d'adopter les moyens propres à augmenter la respiration plus que les pulsations, soit par des aliments, le sommeil et la position horizontale.

Le fait le plus frappant est l'énorme accroissement des pulsations du jour sur les pulsations nocturnes, et celui des respirations de la nuit sur la respiration du jour.

III. — Du nombre des pulsations et des respirations dans la phthisie, et de leurs relations avec les différentes périodes du jour, la position des malades, la température, etc.

J'ai fait ces recherches aux mois de mai et de juin, sur 15 personnes mâles de différents âges, parvenues aux diverses phases de la phthisie. Elles comprennent plus de 3,000 observations faites pendant un mois entier. L'objet de cet examen était de déterminer la fréquence des deux fonctions, les sujets se trouvant tantôt couchés, tantôt assis ou debout, et à deux périodes du jour : avant le déjeuner, à 8 heures du matin, et avant le thé, à 4 heures du soir. Les heures des repas, etc., furent les mêmes que dans les expériences précédentes, et chaque position fut conservée au moins pendant 5 minutes avant le commencement des expériences. J'ai dû me garantir contre de nombreuses sources d'erreur. C'est ainsi, par exemple, qu'un accès de toux produisait un accroissement de 10 respirations et de 10 à 15 pulsations par minute.

J'ai déterminé aussi le poids des aliments et des déjections de chaque malade, et les progrès de l'affection furent soigneusement notés chez chacun.

Les principaux résultats obtenus étaient les suivants :

La moyenne des pulsations était de 95,3, et celle des respirations de 23 ; les termes extrêmes étaient 55 et 166 pulsations, et 11 et 43 respirations par minute.

La fréquence et la force des pulsations n'étaient en accord ni avec les phases ou les progrès de la maladie, ni avec les désordres locaux.

La respiration diminuait et les pulsations augmentaient avec l'accroissement de la température et à mesure que la saison avançait.

J'ai observé généralement une respiration accélérée dans les circonstances suivantes : extension de la maladie, petitesse de la taille, diminution totale des forces, tempérament excitable.

La moyenne totale des pulsations était de 7,2, et celle des respirations de 1,8, plus grande à 4 heures du soir qu'à 8 heures du matin ; le nombre des premières variait entre — 1,5 et + 13,7, et celui des dernières entre — 2 et + 5,9 par minute.

Le sujet étant assis, on trouve en moyenne 8 pulsations 1/2 et 1 respiration de plus que quand il est couché ; et de même une moyenne de 8 pulsations 1/2 et 4 respirations de plus quand il est debout que quand il est assis. La différence extrême était ainsi, en moyenne, de 17 pulsations entre les positions debout et couchée ; mais, dans quelques cas particuliers, elle était de 29 entre les positions assise et couchée, de 32 entre les positions debout et assise, et enfin de 44 entre les positions debout et couchée. La différence était en moyenne plus grande le matin, 10, et moindre dans l'après-midi, 7. La position assise est la moyenne entre toutes les positions. On n'observait pas la même constance dans les effets sur la respiration, et ils furent plus grands le soir que le matin.

Sous une température de 60° F. (15°5 c.) à l'air libre, et de 64° F. (17°7 c.) à l'intérieur de l'hôpital, l'effet était faible, mais il augmentait disproportionnellement avec l'accroissement de la température. Ceux des sujets qui supportaient bien la chaleur dans l'état de santé éprouvaient un accroissement moindre des pulsations par l'effet de la température que ceux qui la supportaient mal. Quand la température baissait, la respiration augmentait et les pulsations diminuaient.

La fréquence des respirations était en raison inverse de la sécheresse de l'air.

Le rapport des deux fonctions, dans les 4/5es des cas, était, en moyenne, plus petit que 1 : 3 et plus grand que 1 : 5. Il diminuait quand le sujet était assis, et davantage encore quand il était debout.

On peut voir, par divers tableaux donnant pour chaque cas le poids journalier des aliments liquides et solides, que leur

quantité n'était guère, en général, plus petite que dans l'état sain. Il y a, en outre, diverses autres tables intéressantes et faciles à consulter, que nous ne pouvons analyser ici.

Je ne puis non plus m'étendre sur les déductions que j'en ai tirées. Mais disons qu'en soignant des malades dans des climats plus chauds, nous nous laisserions volontiers guider par la manière dont ils supportent les hautes températures à l'état sain.

IV. — Recherches sur la quantité d'air inspiré pendant le jour et la nuit, sous l'influence de différents agents.

J'ai fait un pas de plus dans ces recherches, mais ce n'est qu'un pas de transition qui conduit à la détermination des changements chimiques produits par la respiration. Cet examen, qui embrasse plus de 1,200 séries d'observations, montre l'influence qu'exercent la position, l'exercice, le séjour en prison, les voyages à cheval et en chemin de fer, le sommeil, la température, la lumière solaire, les bains froids, les repas, la plupart des aliments et beaucoup de médicaments.

L'instrument que j'ai employé était un compteur à gaz perfectionné, marquant depuis 1 jusqu'à 1 million de pouces cubes. L'embouchure était munie d'un masque en laiton solide et de feuilles de plomb qui se moulaient sur la figure. Les soupapes étaient convenablement disposées pour agir dans l'inspiration et dans l'expiration. Le masque et le spiromètre étaient unis l'un à l'autre par des tubes en caoutchouc vulcanisé.

Je me suis servi de cet appareil dans beaucoup d'expériences exécutées en traversant les principaux défilés de la Suisse.

J'ai aussi construit un instrument propre à déterminer les degrés de température de l'air expiré. C'est un tube en bois de buis, dans lequel on introduit, à angle droit, la boule d'un petit thermomètre. Ce tube est muni à l'un de ses bouts d'une soupape mobile en tous sens pour être introduit dans la bouche, et, à l'autre bout, d'une deuxième soupape pour empêcher l'inspiration. L'air pouvait être respiré par la bouche ou par le nez.

Tout l'air aspiré pendant les 24 heures a été mesuré. La quantité diminuait beaucoup pendant la nuit, mais augmentait avec le jour, à partir du réveil. Les repas, les divers exercices, les œufs, les beefteaks, la gélatine, le pain, les pommes de de terre, le sucre, le thé et le rhum l'augmentaient aussi, tandis

qu'elle diminuait avec le beurre, la graisse, l'huile d'olive et l'huile de foie de morue, l'arrow-root, l'eau-de-vie, le kirsch, etc. L'éther l'augmentait; mais il y avait diminution avec le *spiritus ammoniæ aromaticus* et le *spiritus ammoniæ fœtidus*, l'opium, la morphine, l'antimoine tartarisé, le chlorure de sodium. Le chloroforme, quand il est aspiré, diminuait la quantité, et l'amylène, pris de la même manière, l'augmentait pendant l'inhalation. La digitaline, le carbonate d'ammoniaque et les médicaments fébrifuges l'augmentent légèrement d'abord et la diminuent ensuite.

V. — Influence de l'exercice sur la respiration et les pulsations.

Nous avons obtenu quelques résultats très-intéressants relativement à la quantité d'air inspiré, en comparant les effets produits par divers exercices et ceux qui résultent de l'état de repos, les sujets étant couchés. On voit néanmoins que tous les résultats varient beaucoup selon les saisons de l'année; aussi leur exposé en nombres absolus n'aurait-il que peu de valeur si l'époque de l'année n'était en même temps déterminée. La quantité d'air inspiré, pour une *quantité donnée* d'exercice, était bien plus grande pendant un temps froid que pendant un temps chaud.

Le tableau suivant montrera, d'un seul coup d'œil, l'influence relative des divers genres d'exercice que nous avons examinés :

En supposant l'effet, le sujet étant couché, égal à	1,00
Quand il est assis, il est	1,18
Lisant à haute voix ou chantant	1,26
Dans la position debout	1,33
Voyageant en chemin de fer, 1re classe	1,40
Id. id. 2e classe	1,50
Id. sur la machine, à raison de 20 à 30 milles à l'heure	1,52
Id. sur la machine, à raison de 50 à 60 milles à l'heure	1,55
Id. 3e classe	1,58
Id. sur la machine (moyenne de toutes les vitesses)	1,58
Id. à raison de 40 à 50 milles à l'heure	1,61
Id. id. de 30 à 40 id.	1,64
Voyageant sur mer	1,65
Se promenant à raison de 1 mille à l'heure	1,90

Tous ces exercices ont une influence qui surpasse, mais non du double, celle produite le sujet étant couché.

Allant à cheval, au pas de promenade	2,20
Marchant à raison de 2 milles à l'heure	2,76

Ces deux exercices ont une influence double ou triple de celle produite le sujet étant couché.

Allant à cheval, petit galop	3,16
Marchant à raison de 3 milles à l'heure	3,00
Id. id. id.	3,22
Ramant	3,33
Descendant des marches, à raison de 640 yards (585 mèt.) à l'heure.	3,43
Marchant, à raison de 3 milles à l'heure, et portant 34 lbs ($15^k 42$)..	3,50
Id. id id. id. 62 lbs ($28^k 32$)..	3,84

Ici on trouve une influence 3 à 4 fois plus forte.

Allant à cheval, au trot	4,05
Nageant	4,33
Montant des marches, à raison de 640 yards (585 mèt.) à l'heure....	4,40
Marchant, à raison de 3 milles à l'heure, et portant 118 lbs ($53^k 50$).	4,75

L'influence est ici 4 à 5 fois plus forte.

Enfin, tournant la roue du *treadmill*	5,54
Courant à raison de 6 milles à l'heure	7,00

Je trouvai aussi qu'en moyenne des 24 heures je respirais environ 450 pouces cubes par minute, tandis qu'en gravissant une montagne, la quantité s'élevait jusqu'à 2,000 pouces cubes dans le même espace de temps; par conséquent, que 12 heures d'une marche semblable, suivie de 12 heures de repos, produiraient une respiration de près de 1,800,000 pouces cubes d'air par jour, c'est-à-dire une quantité deux fois et demie plus forte que celle respirée à l'état de repos; et enfin que, s'il fallait à l'homme en repos 737,325 pouces cubes d'air par jour, il en faudrait 804,750 à l'homme presque oisif, 1,065,840 pouces cubes à un manœuvre, et 1,368,290 pouces cubes à un laboureur très-occupé.

Quant à l'accroissement de la respiration qui résulte du transport de fardeaux, je le trouvai de 7 pouces cubes par minute pour chaque livre de poids porté.

On a vu combien était grande la différence entre la respiration lorsqu'on voyage en chemin de fer et celle existant quand on va à pied, à cheval ou en diligence. Je pense qu'un si grand

changement dans les habitudes de l'homme est en relation avec les différences que l'on remarque dans le type des maladies.

La quantité d'air inspiré par moi, à différentes altitudes, en Suisse, a été exactement déterminée ; en général, elle augmentait jusqu'aux hauteurs moyennes, et elle diminuait dans les régions plus élevées. Ces recherches embrassent une série étendue d'observations, et renferment celles exécutées dans mon voyage à travers la France et sur les bords du Rhin.

VI. — Recherches expérimentales sur les phénomènes chimiques et autres de la respiration.

J'ai donné, dans ce mémoire, la détermination exacte de la quantité totale d'acide carbonique exhalé d'heure en heure dans le cours de 24 heures, à l'état de repos et pendant l'exercice, à jeun et sous l'influence de l'alimentation, pendant le sommeil et à l'état de veille, ainsi que les différences en rapport avec la succession des jours et des saisons. Dans ces expériences, on s'est également rendu compte de la fréquence des pulsations et de la respiration, de l'intensité de l'inspiration et de la quantité d'air inspiré par minute. Elles furent faites principalement de mars à août 1858, mais elles embrassèrent tout le cours de l'année. Les appareils imaginés pour recueillir l'acide carbonique et toute la méthode suivie dans ces recherches sont remarquables par leur grande simplicité, leur économie, leur exactitude et par leur application à toutes les expériences de cette espèce. La méthode employée pour l'absorption de l'acide carbonique consistait à faire passer l'air expiré à travers une solution de potasse caustique, disposée sur une surface assez grande pour que tout l'acide carbonique fût absorbé durant l'acte de l'expiration. On y est parvenu en construisant une boîte de gutta-percha divisée en chambres communiquant les unes avec les autres, et chaque chambre divisée elle-même en cellules; le tout étant organisé de telle sorte qu'une colonne d'air, large de 2 pouces et haute de 5/8 de pouce, passât à travers chaque cellule et chaque chambre successivement, et sur une superficie de potasse qui n'avait pas moins de 700 pouces. Celle-ci pouvait absorber *tout* l'acide carbonique exhalé jusqu'à 600 grains environ, c'est-à-dire plus que pendant une heure de respiration ordinaire. Si l'air expiré passait avec une force plus grande et plus rapide que pendant la respiration normale, comme

cela a lieu, par exemple, pendant la marche, on se servait de deux boîtes de même dimension réunies au moyen d'un tube de caoutchouc. Les chambres étaient remplies et vidées à l'aide de tubes communiquant seulement avec chacune d'elles, et dont les extrémités étaient fermées par des bouchons. Dans ce cas, il fallait en plus deux flacons contenant de la ponce imbibée d'acide sulfurique, dans l'un desquels l'air était séché avant son entrée dans la boîte renfermant la potasse, tandis que l'autre était destiné à retenir l'humidité entraînée par l'air qui sortait de cette boîte. L'augmentation du poids de la boîte et du second flacon à dessiccation, déterminée par une balance marquant le poids à 1/100 de grain près, les plateaux étant chargés chacun de 7 livres, donnait la quantité d'acide carbonique recueilli.

Comme l'appareil pouvait être chargé en cinq minutes et pesé dans le même espace de temps, chaque expérience pouvait être répétée toutes les 10 ou 12 minutes, et être continuée sans interruption pendant un nombre quelconque d'heures, en ayant plusieurs séries d'appareils.

Le masque et le spiromètre, déjà mentionnés, étaient adaptés à l'appareil qui vient d'être décrit. La quantité totale d'acide carbonique expiré dans le jour était déterminée par quatre séries de recherches, dans deux desquelles l'expérience était faite sur trois personnes durant dix minutes, au commencement de chaque heure et de chaque demi-heure pendant 18 heures, et dans les deux autres, exécutées sur moi-même, on recueillait la totalité de l'acide carbonique exhalé durant 18 heures. Les repas eurent lieu à 8 heures 1/2 du matin, 1 heure 1/2, 5 heures 1/2 et 8 heures 1/2 du soir. Les résultats moyens obtenus sur les différentes personnes âgées de 38, 48, 26 et 33 ans, donnèrent en acide carbonique exhalé par chacune d'elles, en 18 heures, 687,7 grammes, 574,11 gr., 554,797 gr. et 465,49 gr., ou une moyenne de 614,6 gr., équivalents à 167,64 gr. de carbone. La quantité expirée durant 6 heures de sommeil pendant la nuit était de 1,950 grains d'acide carbonique, dont il suit que la moyenne totale des 24 heures à l'état de repos était de 26,193 onces, *avoir du poids* d'acide carbonique, ou 7,144 onces, *avoir du poids* de carbone.

La proportion de la nuit de 6 heures au jour de 18 heures était comme 1 à 1,8. Durant un sommeil léger, la quantité d'acide

carbonique était de 4,88 de grains, et durant un profond sommeil de 4,5 grains par minute.

La quantité d'air inspiré était de 56,3 pouces cubes pour chaque grain d'air expiré. La fréquence de la respiration était de 13,87 et celle des pulsations de 71,7 par minute. La profondeur de l'inspiration était de 33,6 pouces cubes d'air.

Les pulsations étaient de 4,63 à 5,72 fois plus fréquentes que les respirations, et en moyenne 5,15 fois. La moitié du produit des respirations et des pulsations égalait à peu près le nombre de pouces cubes d'air inspiré.

En prenant des aliments, le maximum d'acide carbonique s'élevait à plus de la moitié en sus du minimum dans la moyenne des cas, et à près de deux fois le minimum dans les cas extrêmes; mais, à jeun, il était seulement d'un 1/2 gr. plus fort que le minimum.

Un jeûne continu de 27 heures causait une diminution de 25 0/0 d'acide carbonique, de 30 0/0 d'air et de 37 0/0 de vapeur, de 0,7 respirations et de 6 pulsations par minute. La totalité du carbone dégagé dans les 24 heures d'un jeûne absolu était de 5,923 onces, *avoir du poids*, quantité à peu près égale à celle contenue dans 20 onces de pain ou 7 onces 1/2 de graisse.

Il y avait toujours une augmentation de l'acide carbonique et des autres éléments après un repas, et une diminution avant le repas suivant. Il y avait, par conséquent, 4 maxima et 4 minima par jour, chacun desquels était relativement le même.

Ainsi il y a un point minimum et un point maximum pendant le jour, et chacun se trouve être à peu près le même. Le minimum est aussi le même que celui trouvé dans le cas d'abstinence de nourriture. Le maximum est dû aux repas et se trouve le plus élevé après le déjeuner et le thé.

Les différences d'un jour à l'autre dépendent en partie de la quantité de nourriture et du mouvement pris le jour précédent, de telle sorte que, plus il y a de nourriture, de repos et de sommeil, plus l'acide carbonique se trouve augmenté le lendemain matin. Dans le jeûne, il y avait une augmentation d'acide carbonique aux heures habituelles des repas. Une élévation soudaine de température au-dessus de 60 degrés F. diminuait tout à coup l'acide carbonique exhalé. Il n'existe pas de relation uniforme entre une température déterminée et la quantité d'acide carbonique développée durant les différentes saisons de

l'année, mais une température moyenne peut être associée à chaque variation dans la quantité de ce gaz. Des changements soudains de température agissent dans un rapport croissant.

Une promenade à raison de deux milles à l'heure produit un développement de 18,1 grains d'acide carbonique par minute, et une promenade de trois milles à l'heure de 25,83 par minute. L'accroissement avec repos et nourriture est de 1/4 à 2 3/4 ; mais avec repos, sans nourriture, il était de 2 1/2 à 3 1/2.

L'exercice du *treadmill*, à raison de 28,65 pieds par minute, donnait un développement de 43,36 et de 42,9 grains par minute avant un repas, et de 48,66 grains par minute après un repas. L'augmentation se trouvait de deux fois 1/2 aussi grande qu'en marchant à 2 milles à l'heure, et de près de deux fois autant qu'en marchant à 3 milles à l'heure. Le nombre des pulsations était de 150, et la respiration de 22 par minute, en octobre. La proportion de l'acide carbonique à l'air inspiré augmentait avec l'exercice, et se trouvait plus grande à jeun qu'après un repas et plus grande en été qu'en hiver.

J'ai eu également égard à l'influence des saisons, mais seulement dans ceux des changements périodiques qu'elles amènent dans l'économie de l'homme qui se lient à la respiration. P' des observations faites précisément dans les mêmes circonstances, dans l'état de repos et avant le déjeuner, pendant 200 matinées prises dans tous les mois de l'année, il m'a été démontré que la quantité d'acide carbonique développée était élevée et à peu près uniforme en hiver, qu'elle était le plus élevée au printemps, qu'elle commençait à décliner en juin et qu'elle déclinait progressivement en juillet, août, septembre, après quoi elle augmentait jusqu'à ce qu'elle eût atteint l'uniformité de l'hiver. Le maximum, en mai et juin, était de moitié plus fort que le minimum observé en septembre. Tous les autres phénomènes de la respiration variaient dans le même ordre.

Les mois de maximum étaient : janvier, février, mars, avril;

Les mois de minimum : juillet, août et une partie de septembre.

Les mois de décroissance : juin et juillet.

Les mois d'augmentation : octobre, novembre et décembre.

Dans les deux premières séries, la quantité était modérément stationnaire ; elles peuvent être appelées périodes fixes, tan-

dis que les autres peuvent être dites variables ou périodes de changement.

Cette variation périodique était établie d'une manière certaine ; elle ne progressait pas avec les degrés de température, mais avec la continuité d'une haute température ; par exemple, la décroissance d'acide carbonique se produisait avec l'accumulation de chaleur ou avec une longue continuité de temps chaud, et se continuait longtemps après que le plus haut degré de température était passé.

L'influence bien connue du printemps et des fins de saisons est maintenant scientifiquement prouvée. Le printemps coïncide avec la pleine activité des progrès de la nature animale, et la fin des saisons avec son déclin.

Dans le dernier état, la respiration est amoindrie, et il se produit d'autres changements vitaux tels qu'un appétit moindre, une transpiration plus grande de la peau qui refroidit le corps, une augmentation des pulsations, une distribution plus considérable de sang à la surface et une accumulation moindre vers les centres. Il en résulte que les dangers des périodes fixes mentionnées plus haut s'accroîtront avec leur durée, tandis que, pour les périodes variables, ces dangers seront surtout au commencement de celles-ci. C'est là une importante observation relativement à la guérison des maladies.

Je démontre à quel degré certaines maladies règnent aux différentes saisons, tels, par exemple, que le choléra et la peste aux périodes minimum, et je donne une table (extraite du *General Registrar* pendant un laps de cinq ans) de l'excédant ou de la diminution dans chaque trimestre de la mortalité qui aurait eu lieu si les décès avaient été uniformément répandus durant l'année. Je montre que les différentes maladies des poumons dominent à la période maximum, tandis que celles des entrailles règnent davantage à la période minimum, et que les éruptions et les affections des reins se font ressentir durant la période variable.

Il est très-important de constater ces périodes lorsque les maladies *commencent* à prédominer pour déterminer l'influence de la saison sur leur production. La fièvre scarlatine, le typhus, l'apoplexie, l'épilepsie, les convulsions, les maladies du cœur, les bronchites, les pneumonies et les pleurésies augmentent toutes avec la période croissante, tandis que les rougeoles, les

gastrites et les entérites augmentent avec la période décroissante. De cette manière, se trouve déterminé le caractère d'une maladie ou d'une épidémie ; car, si elle se produit durant la période minimum ou décroissante, elle ne peut être sthénique. C'est le contraire qui a lieu durant la période croissante et la période maximum.

Ces expériences et les déductions que l'on en peut tirer sont d'une importance capitale dans la connaissance des causes des maladies et du traitement qui leur convient. Ainsi, comme il y a un changement constant, en rapport avec la succession des saisons, dans l'état fonctionnel de nos organes, et que chacune de ces saisons amène sa classe propre de maladies qui diminuent ou disparaissent avec elles, nous voyons de suite la méthode à suivre dans la guérison de ces maladies. Chaque saison successive, en amenant un état de l'organisme opposé à celui qui dominait pendant la précédente, guérit la maladie qui régnait dans cette dernière, parce que les conditions de l'organisme qui l'ont produite ont disparu.

Une maladie ou une épidémie commençant avec la période décroissante peut augmenter avec la période minimum, mais elle doit diminuer avec la période croissante ; et de même, une affection sthénique se déclarant aux périodes croissantes et maximum, doit disparaître avec les périodes décroissantes et minimum.

Ainsi la succession des saisons, en influant sur le corps d'une manière déterminée, est la cause tantôt de la production, tantôt de la guérison des maladies, et c'est la plus grande sauvegarde de notre système organique. Cette déduction, qui résulte de nos observations, ne saurait être trop prise en considération. C'est une grande démonstration de la *vis medicatrix naturæ*. L'approche d'une saison influe de la même manière sur le caractère d'une épidémie, et cette influence est un bon guide pour le traitement. J'ai aussi appliqué ces données à la viabilité des enfants procréés durant des saisons différentes, et, à l'aide de nombreuses recherches, j'ai constaté le décès de plus de 3,000 enfants morts au-dessous de l'âge d'un an, et dont le mois de naissance était établi. Le plus grand nombre de ceux qui moururent si jeunes étaient nés durant la saison de décroissance ou de mimimum de l'état fonctionnel des organes.

VII. — Expériences sur la respiration; deuxième mémoire sur l'action des aliments sur la respiration dans les premiers moments de la digestion.

Dans ce deuxième mémoire, paragraphe vi, j'ai démontré que l'exhalation d'acide carbonique a lieu à deux degrés principaux : 1° à un degré minimum, que l'on observe à l'état de jeûne et vers la fin des intervalles qui séparent les repas, lorsque les aliments sont pris en une quantité qui correspond à ce que j'appelle la base ou la normale de la respiration, quantité dont on ne peut guère enlever une partie et qui, par elle-même, serait insuffisante pour maintenir la vie; 2° à un degré maximum qui, à l'état de repos, se produit seulement sous l'influence d'aliments mélangés, et que l'on observe environ deux heures après chaque repas. Il est à peu près le même à chacune de ces périodes; mais on ne peut guère ajouter quelque chose, et il paraît essentiel à l'entretien du système. Entre ces deux degrés, il existe une quantité qui représente l'influence temporaire des aliments telle qu'elle se présente entre les repas et qui correspond à la sensation de bien-être qu'on éprouve après chaque repas, et le besoin qui le précède. Cette quantité représente un accroissement maximum, au-dessus du point minimum, d'environ 3 grains d'acide carbonique par minute, quantité qui varie de la moitié au tiers du point minimum, de même que la dernière varie avec les saisons de l'année.

C'est cette influence que j'ai étudiée et dont j'ai tiré une série nouvelle et bien définie d'expériences.

Il y a aussi dans ma méthode d'observation une autre particularité qu'il importe beaucoup de connaître, c'est que toutes les expériences ont été faites sur des aliments simples dont la quantité a été celle qui suffit à l'entretien ordinaire d'un homme déjeûnant l'estomac vide. On maintenait la position assise et le repos absolu. De cette manière, l'influence de la substance alimentaire était dégagée de celle des autres aliments et de toute cause connue de trouble. L'organisme n'était ni troublé ni dégoûté par la dose de substance absorbée, et les résultats ne furent pas rendus incertains par l'existence d'une influence coexistante, mais inconnue, d'autres aliments. Toutes les expériences ayant été faites dans les mêmes conditions peuvent donc être comparées les unes avec les autres. Les sujets sur lesquels elles ont été exécutées étaient : moi-même, âgé de

39 ans, et un ami, âgé de 48 ans. L'appareil employé fut celui décrit dans le § VI de notre analyse. On procédait de la manière suivante : après un intervalle de repos et avant de prendre aucune nourriture, on commençait par déterminer le degré d'exhalation qui devenait alors la quantité type avec laquelle les résultats subséquents provenant de l'alimentation furent comparés; puis, l'aliment étant pris, les expériences étaient répétées toutes les 12 ou 15 minutes, jusqu'à ce que l'influence maximum fût passée. Chaque expérience était généralement faite pendant une moyenne de 5 minutes, et dans plusieurs, l'acide carbonique fut recueilli, pendant tout le temps que durait l'action de la substance, à l'aide de deux ou trois appareils. Les résultats furent pesés toutes les 5 minutes ou à de plus longs intervalles.

Ces résultats furent très-décisifs et tiennent une large place dans la nombreuse série de diagrammes qui accompagne le mémoire que nous analysons. Ils prouvent que certains aliments donnent une augmentation rapide et considérable, et qu'après avoir atteint le degré maximum d'influence avant le milieu de l'intervalle ordinaire entre les repas, ils perdent cette influence plus ou moins rapidement et complétement avant le repas suivant.

La période d'augmentation, dans le développement de l'acide carbonique, coïncide avec le moment où l'on éprouve le sentiment de bien-être qui suit le repas, et la période de diminution finit au moment où l'appétit est satisfait.

Les substances alimentaires sur lesquelles on a expérimenté sont très-nombreuses et comprennent presque tous les aliments ordinaires. Elles sont classées de la manière suivante :

1° La série des amidonnés, savoir : l'arrow-root, l'arrow-root et le beurre, l'arrow-root et le sucre, l'amidon du commerce, la fécule de froment, le gluten, le gruau d'avoine, le riz, le riz et le beurre, la pomme de terre, la gomme.

2° La série des substances grasses, savoir : le beurre, l'huile d'olive, l'huile de foie de morue.

3° Les sucres, savoir : la canne à sucre, la canne à sucre et le beurre, la canne à sucre avec des acides et des alcalis, le sucre de raisin, le sucre de lait.

4° Les principes du lait (de vache), savoir : le lait frais, le lait écrémé, la caséine, la caséine et l'acide lactique, l'acide

lactique, le sucre de lait et l'acide lactique, la crème.

5° Les alcools, savoir : les esprits de vin, l'eau-de-vie, le whiskey, le gin (genièvre), le rhum, le xérès, le vin de Porto, le stout (porter), l'ale.

6° La série des thés, savoir : les thés verts et noirs, le thé chaud et froid en quantités différentes, pris avec des acides ou des alcalis; le café, les feuilles de café, la chicorée, le cacao.

7° Les autres substances azotées, savoir : la gélatine, l'albumine, la fibrine.

Il serait impossible de donner tous les résultats en détail, et nous ne ferons donc que signaler quelques-uns des plus remarquables que nous avons obtenus, et nous nous hasardons à exprimer l'avis que les faits mentionnés offrent matière à une étude utile à tous ceux qui sont eux-mêmes engagés dans des expériences sur l'action des aliments dans la nutrition de l'économie.

Les substances amylacées et les substances grasses, lorsqu'elles sont prises seules, augmentent à peine la quantité d'acide carbonique exhalée au delà de celle produite par une complète abstinence de nourriture. Lorsqu'elles sont prises ensemble, l'effet des amylacées est même légèrement diminué. Ce qui est plus remarquable, c'est que l'acide carbonique, dégagé par les poumons, dérive principalement de ces deux substances, et d'autant plus que ce dégagement se produit pendant tout l'intervalle des repas.

Cependant, lorsque ces substances sont prises avec des composés azotés avec lesquels elles sont mêlées dans la nature, l'effet est totalement différent, et il y a généralement une grande augmentation suivie d'une diminution, qui se produit de la manière ci-dessus mentionnée. Ces combinaisons sont celles du gluten avec l'amidon, de la viande avec la graisse, de la caséine avec le lait, lesquelles, mélangées avec le sucre et tous les autres composés azotés, ont le pouvoir d'exciter la respiration, et que je considère comme formant une classe de substances que j'ai appelée *les excitants de la respiration*. Dans ces combinaisons, toutes les céréales ont une action très-semblable quant au degré maximum d'effet qu'elles produisent et de leur durée d'influence; mais le riz a une plus grande influence sur les pulsations, et le gruau d'avoine une plus grande persistance dans ses effets. Le maximum obtenu était une influence de 2 à

2 grains 1/2 d'acide carbonique par minute. L'action du lait est à peu près la même que celles des céréales quant à l'influence, mais peut-être moindre quant à la durée. Aucune combinaison artificielle des éléments du lait n'approche de l'influence du lait naturel. Le lait écrémé a moins d'influence que le lait nouveau, la caséine vient ensuite, puis la crème, et en dernier lieu l'acide lactique.

Les différentes matières grasses et les substances contenant de la graisse augmentent toujours la rapidité et la force de l'action du cœur, et, dans certaines conditions, causent un sentiment d'oppression au cœur qui peut commencer de 7 à 10 minutes après qu'elles ont été absorbées.

Il est très-remarquable que des substances telles que le gluten et la caséine, lorsqu'elles sont prises seules, produisent un accroissement uniforme dans le développement de l'acide carbonique, et leur influence quand elles étaient associées à l'albumen, à la gélatine, à la fibrine, variait entre 1 1/4 à 1/2 grains par minute. Les plus uniformes et les plus puissantes sont les deux premières.

Le sucre, qui se trouve toujours mélangé avec ces substances, a une action excitante de la respiration très-marquée et très-prompte, s'élevant jusqu'à 1 1/2 à 2 1/2 grains d'acide carbonique par minute, en moins d'une demi-heure, et décroissant jusqu'à zéro en une heure ou une heure et demie. Il produit une augmentation d'un grain dans l'espace de 3 à 10 minutes. Après avoir mangé du sucre sec, il se produit un accroissement, et lorsqu'il a cessé, l'absorption de l'eau seule causait de nouveau un accroissement, fait qui démontre l'importance de la solution du sucre. C'est le sucre de canne qui a le plus d'influence, vient ensuite le sucre de lait, enfin le sucre de raisin. Le contraste qui existe entre l'action de ces hydro-carbonés et celle de l'amidon et de la graisse qui sont presque toujours mélangés entre eux, fait que, associées, ces substances constituent des matériaux de réparation. Je regarde le sucre comme un agent destructeur, tandis que je considère l'amidon comme un agent conservateur.

Le thé est un autre excitant de la respiration très-uniforme et très-puissant, et avec lui ses congénères : le café, le cacao et la chicorée, chacun ayant un effet moindre suivant leur ordre. L'action du thé est rapide et considérable, mais son influence

disparaît au bout d'une heure et demie. L'effet maximum est de 2 à 3 grains d'acide carbonique par minute, et se produit en 25 à 45 minutes. Il est également efficace lorsqu'il est pris froid et qu'il a longtemps infusé. Le thé vert est un peu plus actif que le thé noir. Quelquefois il a une influence narcotique ; à d'autres moments, il donne des nausées ; mais généralement il produit un grand bien-être et une grande liberté de pensée ; l'addition d'acide le rend plus stimulant, tandis que l'addition d'alcalis le rend plus calmant, et qu'un alcali fixe détruit son effet. Des doses de 25 grains répétées tous les quarts d'heure produisent un effet bien plus grand que 100 à 150 grains pris en une seule fois.

Le café diffère du thé en ce qu'il a une moins grande influence, mais principalement en ce qu'il amoindrit l'action de la peau et qu'il l'échauffe, tandis que le thé l'augmente et produit la transpiration. Le café produit également l'élimination des principes acides par le canal digestif ; et, lorsqu'il est pris seul et en grande quantité, il cause des diarrhées avec des défaillances qui durent plusieurs minutes.

Les feuilles de café sont légèrement narcotiques et diminuent le développement de l'acide carbonique.

Les alcools tiennent une large place dans ces observations ; je m'en suis beaucoup préoccupé. Le résultat le plus remarquable que j'aie obtenu, c'est que les liquides de cette classe produisent des actions différentes, mais non pas en raison de la quantité d'alcool qu'ils contiennent. L'alcool pharmaceutique de qualité ordinaire donne toujours lieu à une élimination croissante d'acide carbonique jusqu'à un maximum d'environ 1 à 1 grain 1/2 par minute ; le rhum en accroît la quantité encore davantage. Les ales et les porters donnent une augmentation moyenne et constante. Les eaux-de-vie, et particulièrement le gin (genièvre), causent une diminution, tandis que les vins, en petites quantités, varient dans leurs effets. L'aspiration de la partie volatile des vins et des esprits diminue toujours le développement de l'acide carbonique, et augmente en même temps la quantité de la vapeur d'eau exhalée. La qualité d'*excitant de la respiration* que possède le rhum ne provient pas de ses éléments volatils.

Je pense que chaque liquide de cette classe doit être étudié séparément, et que la qualité d'excitant de la respiration que possède la bière est due au gluten et au sucre, et non à l'alcool qu'elle contient. J'appelle l'attention sur ce fait qu'une

certaine quantité d'alcool avec de l'eau ne peut jamais remplacer le vin, la bière, etc. Les effets du rhum sur nos matelots gais, forts et robustes, sont bien différents de ceux que produit le gin (genièvre) sur l'habitué amaigri, hagard, morose et affamé du *Gin Palace*. Je ne traite cependant pas la question de l'action indirecte des alcools, comme, par exemple, leur pouvoir de modifier l'appétit, circonstance qui doit puissamment influer sur l'élimination de l'acide carbonique. En général, je ne considère pas les alcools comme de véritables aliments, et je pense qu'ils *troublent* plutôt l'économie qu'ils n'agissent uniformément dans quelque sens que ce soit.

L'action sur le cerveau, les muscles volontaires et involontaires, et la peau, est rapportée dans un court extrait du mémoire. Leurs effets ont été constatés de minute en minute durant chaque expérience. L'action qui paraît le plus vraisemblablement avoir une grande utilité, c'est le pouvoir d'augmenter la force du cœur et de diminuer l'action de la peau, effets qui tous deux tendent à prévenir la perte de la chaleur et de la sensation du chaud à la surface.

Il est évident que des résultats comme ceux que l'on vient de décrire peuvent conduire à des déductions générales aussi bien qu'à des résultats pratiques. Ces déductions et ces résultats sont exposés dans les deux notes qui suivent.

VIII. Remarques sur la source immédiate du carbone exhalé par les poumons.

Dans ce mémoire je traite des trois sources probables du carbone développé incessamment. Ce sont :

1° La transformation immédiate des aliments contenant du carbone ;

2° Le sang dans lequel il se trouve libre, ou légèrement uni à une base ;

3° La transformation directe des tissus organiques du corps.

Je montre que, nonobstant la progression régulière dans le développement de l'acide carbonique qui suit chaque repas et qui semble naturellement provenir des aliments qu'on a absorbés, cette source ne peut entrer en ligne de compte dans beaucoup de cas importants. Tels sont : l'action extrêmement prompte du sucre, du thé, etc. ; le développement pendant un jeûne prolongé ; l'inaction de l'amidon et de la graisse si riches

en carbone ; le développement de plus de carbone que ne contiennent les substances excitantes, telles que le thé, le café, le gluten, la caséine et peut-être toutes celles qui excitent la respiration, avec exception toutefois du sucre; et enfin le fait que les hydro-carbonés, mêlés à des excitants, ne développent qu'une petite portion de leur carbone dans l'augmentation qu'ils produisent. Partant de là, je réfute la conclusion qu'on a tirée que cet accroissement dans le développement du carbone est dû à la transformation immédiate des aliments contenant du carbone. Je pense que ce développement provient surtout du dégagement plus grand de l'acide carbonique contenu dans le sang, provoqué par une action indirecte des aliments pendant leur transformation. Cette manière de voir est confirmée par les expériences de Vierordt et les miennes sur la respiration profonde et volontaire ; par l'action des substances excitant la respiration qui développent plus de carbone qu'elles n'en contiennent ; par le fait que l'effet n'est pas proportionné à la dose, et qu'il augmente par une répétition de petites doses ; par la promptitude d'action de certaines substances, et l'action variée des acides et des alcalis.

La théorie que ce développement provient de la transformation directe des tissus s'appuie en partie sur l'effet instantané et proportionné de l'exercice, la propriété de ce dernier de rendre la respiration plus profonde et plus rapide; l'action indirecte de la température, la relation entre le développement de l'azote et du carbone qui se produit ordinairement, et enfin le changement dans le poids du corps provenant de l'absorption de certains aliments, comme, par exemple, le thé, qui diminuait le poids des détenus dans la prison de Wakefield. Comme conclusion, j'affirme qu'il n'y a aucune relation entre ce développement du carbone et la quantité de carbone contenue dans les aliments qui le produisent, et que les effets se montrent pendant et avant la fin de la transformation des aliments, période pendant laquelle on observe tous les autres phénomènes qui accompagnent la nutrition du corps, comme, par exemple, le sentiment de contentement et de bien-être, la distribution de la chaleur à la surface et l'accroissement des pulsations. Je prétends que, pendant la transformation des divers aliments, il se produit une matière acide, qui, étant introduite dans le sang, y cause une augmentation dans le développement de l'acide

carbonique, augmentation qui continue et progresse aussi longtemps que sa cause agit et progresse, qui s'amoindrit avec sa diminution et sa disparition, et se montre de nouveau avec la réapparition de l'influence excitante. Cette influence est distincte de la véritable influence de la nutrition qui fournit les matériaux servant à la réparation des tissus du corps.

IX. — Déductions pratiques de recherches expérimentales sur l'influence des aliments.

Ce mémoire, qui est très-important au point de vue de la pratique, l'est moins sous le rapport physiologique; aussi nous ne l'analyserons que très-rapidement.

Je me réfère à mes expériences sur les effets d'un jeûne prolongé de 40 heures, avec un repas unique, et j'ai montré que le trait caractéristique qu'on y observe est un état déprimé, mais uniforme de toute l'économie. Les sécrétions devinrent alcalines, et elles ne changèrent pas de nature, malgré l'inspiration d'acide acétique qui produisit un soulagement instantané, quoique seulement temporaire, d'un fort mal de tête et d'un pouls très-faible. L'arrow-root avec de l'eau, de même que le thé, ne donnèrent aucun soulagement; mais tous les symptômes disparurent quelques minutes après le commencement du dîner. Je me réfère aussi à la grande quantité d'action vitale (75 0/0 de la quantité normale) qui se produit pendant un jeûne aussi prolongé, et je démontre la puissance de cet agent quand on veut amoindrir l'action et éliminer les matériaux superflus. Il est aussi digne de remarque que, tandis que ce total de l'action est insuffisant pour maintenir la vie, il ne devient jamais nul, mais reste le même jusqu'à une certaine époque avant la mort. Je fais ressortir l'inconvénient d'administrer l'amidon seul, non-seulement parce que cette matière est insuffisante pour les besoins de l'organisme entier, et que la matière azotée pourrait remplacer d'autres matériaux nécessaires, mais que la matière azotée favorise la transformation de l'amidon. De même, quand il s'agit de graisses distinctes, je recommande l'administration simultanée de la graisse et de l'amidon dans un état composé, tel que l'offre la nature. Je montre aussi l'infériorité du bouillon au pain de froment, comme agent conservateur, et j'appelle l'attention sur la folie de vouloir soutenir le

corps malade par du bouillon et du vin, à l'exclusion des céréales et du lait : les premiers peuvent bien empêcher des pertes, mais les derniers seuls fournissent des matériaux.

Je fais ressortir ce fait que les pommes de terre diffèrent des céréales en ce que leur action est moindre en durée qu'en quantité, et que, pour une quantité donnée d'éléments nutritifs, les pommes de terre sont deux fois et demie plus cher que le pain.

Le lait écrémé est souvent employé, parce qu'il fournit la caséine, qui est un excitant de la respiration, et son usage est justifié plutôt par son action indirecte de faciliter la transformation de l'hydro-carbone, que parce qu'il fournit des matériaux propres à la formation de la chair. J'attribue à ce principe l'usage fréquent qu'on fait de cet aliment en Turquie, en France, en Allemagne et dans l'ouest de États-Unis, et je le prouve avec beaucoup de force par ce fait que l'addition de 1/4 de pinte seulement de lait écrémé au régime ordinaire des prisonniers de Wakefield réduisit fortement la nécessité d'une *extra-diète*. J'attache une grande importance à son emploi dans des circonstances où l'on ne désire pas augmenter les pulsations ou donner beaucoup de nourriture au corps, et où une réaction acide est désirable, par exemple dans la fièvre.

Plusieurs espèces de graisses, comme l'huile de morue, produisent fréquemment un effet légèrement calmant et augmentent l'action du cœur. Je montre que la différence dans les habitudes des nations du Nord et de l'Est, dans l'usage des graisses, est bien moindre qu'on ne le dit ; je crois que leurs avantages, comme onguent, après le bain, consistent dans leur pouvoir de diminuer l'action de la peau, c'est-à-dire de diminuer la transpiration et la perte de la chaleur. Sous ce dernier rapport, ils agissent mécaniquement, comme on peut le voir par l'influence fatale qu'exerce l'huile avec laquelle on recouvre les stigmates d'un insecte. Cette méthode est d'une haute importance dans des conditions où la perte de la chaleur est trouvée plus forte que son renouvellement, c'est-à-dire chez des personnes dont l'appétit et la digestion sont faibles et dont la peau transpire trop facilement.

Les avantages de l'eau sucrée, dont les Français font un si fréquent usage, ne proviennent pas seulement de son innocuité et de son goût agréable, mais aussi de la fraîcheur de cette

boisson et de la grande liberté de respiration qui suit immédiatement son absorption, et qui contraste si fortement avec diverses espèces de boissons alcooliques. L'importance de la connaissance de cette classe d'agents, que j'ai appelés « excitants de la respiration », se trouve de nouveau démontrée. Le thé, qui possède cette qualité à un haut degré, qui a une influence accumulatrice, surtout quand il a infusé depuis plusieurs jours, qui, de plus, est une substance qui augmente l'action de la peau, doit avoir une action réparatrice plus grande qu'on ne lui a attribuée. Je pense, par conséquent, qu'il pourrait être très-utile aux soldats marchant en plein soleil, puisque cette dernière condition est, comme je l'ai démontré, une de celles où l'action respiratoire est fortement diminuée, et où l'accumulation de chaleur est rendue plus grande par le fait qu'aucune portion ne peut abandonner le corps en vertu du rayonnemeut, et que, conséquemment, il doit en résulter un trouble dans la circulation pulmonaire et la circulation générale, condition très-propre à occasionner un coup de soleil. Le thé, par son pouvoir d'exciter la respiration et non le mouvement du pouls, et de favoriser la transpiration de la peau, qui absorbe une si grande quantité de chaleur, remplit toutes les conditions requises, et devrait être donné froid, d'une heure et demie en une heure et demie, à doses de 25 grains, en infusion concentrée, pendant tout le temps que dure le danger. Cette paisible influence excito-respiratoire le rend un auxiliaire très-utile dans des cas d'asphyxie par l'eau ; on le donne alors chaud, à des intervalles de quelques minutes, et à petites doses.

J'ai rapporté quelques cas très-remarquables, où cette boisson, ajoutée au régime ordinaire des prisons, produisit une diminution du poids du corps ; et comme j'ai prouvé que c'est par erreur qu'on lui attribue une vertu nutritive, j'ai fait ressortir le tort qu'ont les personnes qui ne mangent que peu d'aliments amidonnés, de boire beaucoup de thé. Je pense néanmoins que, par son action excito-respiratoire, il pourrait favoriser puissamment et indirectement la transformation des aliments.

Il est intéressant d'apprendre que la chicorée ne peut guère être considérée comme une sophistication du café, puisqu'elle a une action analogue. Les feuilles de café ont probablement des propriétés fébrifuges.

Nous n'ajouterons rien de plus à nos remarques précédentes

sur l'action des alcooliques ; disons seulement que, dans mon opinion, les véritables agents restaurateurs et les plus puissants sont le rhum et le lait mélangés, substances qui, en même temps, augmentent l'action musculaire et fournissent des matériaux à la nutrition, tandis que l'eau-de-vie et le bouillon diminuent simplement cette action, distinction que je désire vivement voir appliquée dans la pratique. Par la même raison, je regarde les *ales* (bières) comme de véritables agents restaurateurs. Le rhum perd tout à fait ou à peu près toutes ses propriétés enivrantes quand il est pris avec du lait frais.

La valeur des vieux vins fins ne provient pas de leur alcool, mais de l'augmentation de leur arome ou de leur partie volatile, qui, comme je l'ai montré, a une puissante influence conservatrice.

Voici maintenant un tableau comparatif des effets du thé et de certains alcooliques :

ALCOOLS.	THÉ.
Diminuent l'action respiratoire.	Augmente fortement la respiration.
Diminuent l'action de la peau et des membranes muqueuses, et retiennent la chaleur du corps.	Augmente l'action de la peau et cause une perte de chaleur.
Augmentent l'action des reins.	
Augmentent les pulsations.	Diminue plutôt les pulsations.
Diminuent la seusibilité et la conscience.	Augmente les facultés mentales et la sensibilité.
Diminuent l'action des muscles volontaires et l'appétit.	Augmente l'action musculaire.
Sont suivis d'un sentiment de prostration et de découragement.	Ne produit aucune réaction, mais un sentiment d'aise et de bien-être.
Diminuent l'appétit.	Entretient l'alimentation et l'augmente, en même temps qu'il augmente les pertes.

Je terminerai l'analyse de ce mémoire par une remarque importante sur le rapport qui existe entre le goût qu'on éprouve pour une espèce particulière d'aliments et la convenance de son emploi. Je montre en effet que, s'il y a répugnance pour une sorte d'aliments, la nature donne du goût pour une autre possédant une action analogue. Ainsi, par exemple, dans le cas où il y avait répugnance pour le fromage, le thé a été vivement goûté, tous les deux ayant une action analogue comme excitants de la respiration. Je recommande, par conséquent, de ne jamais contraindre un individu de prendre un aliment qui lui ré-

pugne, et d'en choisir un autre qui a une action semblable au précédent.

L'opportunité d'appliquer la classe des excitants aux diverses conditions de l'économie pendant un temps chaud a été démontrée ; il n'y a aucun doute que, en l'absence du puissant agent naturel excito-respiratoire, le froid, et lorsque l'exercice corporel est moins actif, comme cela a lieu pendant un temps chaud, il est de première importance d'administrer la classe des excitants de la respiration en de plus fortes proportions, par rapport aux substances hydro-carbonées, que cela n'est nécessaire en hiver. L'usage fréquent du thé et du café dans les contrées de l'Est peut être considéré comme un fait analogue. Leur choix peut être abandonné au goût de l'individu ; dans la plupart des cas, c'est le degré d'activité de la peau qui doit être le principal guide sous ce rapport ; ainsi, si l'on désire augmenter la transpiration on devra prescrire le thé, et si on veut la diminuer, on devra faire usage de café et de porter ; mais dans ce cas, il est évident qu'il faudra les prescrire à doses répétées beaucoup plus petites qu'on n'en est capable d'absorber en une seule fois. Je recommande de ne donner chaque fois qu'un verre à vin de porter ou d'ale, ou bien 25 grains de thé seulement ; je pense que, dans ces conditions, ils agissent de la même manière. L'eau sucrée pourrait très-bien être employée dans les cas où l'on aurait pu faire usage du thé, car leur effet commun sur la peau est d'augmenter l'action de celle-ci.

X. — Y a-t-il véritablement des aliments qui augmentent la respiration?

Ce mémoire a été écrit en réponse à cette question, posée par l'Académie des sciences et arts de Montpellier : « Y a-t-il des aliments qui méritent le nom d'aliments respiratoires, et, s'il y en a, déterminer leur nature et suivre leur transformation depuis le moment de leur introduction dans le canal digestif, jusqu'aux dernières combinaisons qui ont lieu dans l'acte de la respiration ? » Je traite presque exclusivement la première partie de la question, et donne, quoique très-brièvement, beaucoup de faits fondés sur des expériences et dont nous avons déjà parlé. Il y a néanmoins plusieurs expériences sur les effets des acides et des alcalis qui démontrent que les premiers sont variables dans leurs effets, et que les derniers causent presque

toujours une diminution dans la quantité d'acide carbonique développée. On a trouvé que l'éther produisait des changements considérables dans la respiration.

Dans mon opinion, un aliment véritablement respiratoire doit contenir de la matière qui, transformée, sort par les poumons, et avoir le pouvoir d'exciter les fonctions respiratoires, c'est-à-dire qu'il doit être un hydro-carbone et en même temps un agent excito-respiratoire. Cette détermination, comme simple fait abstrait, n'est pas très-importante, mais elle montre que le sucre, considéré comme simple aliment, remplit parfaitement ces conditions, ainsi que les céréales et le lait dans les aliments composés. Sous ce point de vue, je pense que le lait de femme et le lait d'ânesse, à cause de leur composition, sont de meilleurs aliments respiratoires que le lait de vache et le lait de buffle.

La grande utilité de l'amidon et des graisses pour l'économie consiste en ce qu'ils fournissent un fonds d'hydro-carbone, matière qui ne se transforme que très-lentement, et par laquelle tout le système se soutient pendant 24 heures, et presque sans prendre de nourriture.

Les alcools n'exercent pas leur principale influence sur les fonctions respiratoires ; on observe une différence marquée entre les périodes et les degrés de leur action sur le cerveau, la moelle épinière et le canal respiratoire.

La classe des excitants de la respiration et leur mode probable d'action ont été longuement examinés dans le mémoire cité ci-dessus.

PARIS. — IMPRIMERIE DE J. CLAYE, RUE SAINT-BENOIT, 7.